

TEMA: 13

Características fisicoquímicas de la sangre. Funciones generales. Volumen y composición.

PROPIEDADES DE LA SANGRE

- **6-8 % PESO CORPORAL**
- **VOLUMEN 6-8 l**
- **DENSIDAD 1.05 gr/ml**
- **VISCOSIDAD > AGUA**
- **VSG 2-10 mm/h**
- **HEMATOCRITO 42-47 %**

COMPOSICIÓN DE LA SANGRE

PLASMA

Porción líquida 56%

ELEMENTOS CELULARES

PLASMA

- **PROTEÍNAS**
 - **Albúmina, Globulinas**
- **IONES Y ELECTROLITOS**
- **MOLÉCULAS ORGÁNICAS:**
 - **Nutrientes (aa, glucosa, vit y lípidos)**
 - **Prod. Desecho (bilirrubina, ácido láctico, urea, CO₂)**
- **ENZIMAS**
- **HORMONAS**

ELEMENTOS CELULARES

- **GLÓBULOS ROJOS**
Transportan O₂
- **GLÓBULOS BLANCOS**
Inmunidad, inflamación
- **PLAQUETAS**
Coagulación sanguínea

FUNCIONES EN LAS QUE PARTICIPA LA SANGRE



PLASMA

- ❑ **CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**
- ❑ **FUNCIONES:**
 - ▶▶ **TRANSPORTADORA:**
 - ☞ NUTRIENTES
 - ☞ PROTEÍNAS-HORMONAS
 - ☞ ELECTROLITOS
 - ▶▶ **RESPONSABLE DE P. ONCÓTICA**
 - ☞ PROTEÍNAS PLASMÁTICAS

COMPOSICIÓN DEL PLASMA

- ❑ **COMPONENTES FUNCIONALES**
 - ◆ **PROTEÍNAS PLASMÁTICAS**
 - ◆ **ELECTROLITOS**

- ❑ **COMPONENTES TRANSPORTADOS**
 - ◆ **A) SUSTANCIAS NUTRITIVAS**
 - ◆ **B) PRODUCTOS DEL METABOLISMO**
 - ◆ **C) HORMONAS Y ENZIMAS**
 - ◆ **D) PRODUCTOS DE DESECHO**



ERITROCITOS

ESTRUCTURA

- **Célula anucleada $7\mu\text{M}$ x 2-3 mm.**
- **Desprovista de mitocondrias y ribosomas.**
- **Color anaranjado debido a la hemoglobina.**

FUNCIONES ①

- **TRANSPORTAR OXIGENO A LOS TEJIDOS**

Para ello necesita:

- ◆ **Mantener la integridad de su membrana.**

- ☞ **Flexibilidad.**

- ☞ **Forma Bicóncavo.**

- ☞ **Protegerse de oxidantes.**

FUNCIONES ②

- **MANTENERSE**
 - ◆ **Concentración iónica**
 - ◆ **Sistemas enzimáticos**
 - ◆ **Hierro como Fe^{2+}**
- **PRODUCIR ENERGIA**
 - ◆ **Glucolisis anaerobia 90-95%**
 - ◆ **Glucolisis aerobia 5-10%**

ERITROCITOS

■ **NECESIDADES ENERGÉTICAS**

- ◆ Mantener el hierro como Fe^{2+}
- ◆ Mantener la concentración iónica
- ◆ Mantener los sistemas enzimáticos

■ **PRODUCCIÓN DE ENERGÍA**

- ◆ Glucolisis anaerobia –90-95% Glucosa
- ◆ Glucolisis aerobia- 5-10% Glucosa

FUNCIÓN DEL ERITROCITO

TRANSPORTE DE O₂

Para ello ha de:

- **MANTENER**

- ◆ Forma Bicóncava
- ◆ Flexibilidad
- ◆ Estructura de la membrana

- **PROTEGER DE AGENTES OXIDANTES**

SISTEMAS ANTIOXIDANTES

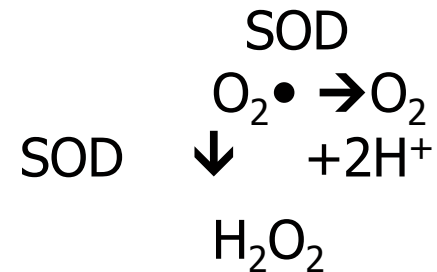
FINALIDAD

- **PROTEGER GRUPOS SULFHIDRILOS PROTÉICOS.**
- **IMPEDIR LA PEROXIDACIÓN DE FOSFOLIPIDOS.**
- **MANTENER LA PERMEABILIDAD.**

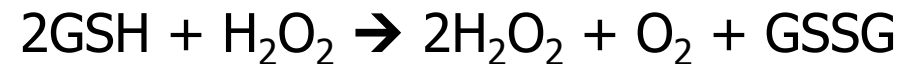
SISTEMAS ANTIOXIDANTES CELULARES

ENZIMAS CELULARES

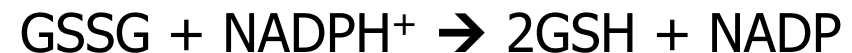
■ **SUPEROXIDO DISMUTASA (SOD)**



■ **GLUTATION PEROXIDASA**



■ **GLUTATION REDUCTASA**





LEUCOCITOS

CARACTERÍSTICAS DE LOS LEUCOCITOS

- **Células nucleadas.**

- **Unidades móviles que acuden a zona inflamada para atacar agentes externos.**

- **Número de leucocitos según la edad:**

Recién nacido $25000/\text{mm}^3$

A los 2 años $14000/\text{mm}^3$

Adulto $7000-10000/\text{mm}^3$

***Leucocitosis* (aumenta nº leucocitos)**

***Leucopenia* (disminuye nº leucocitos)**

CLASIFICACIÓN

A) SERIE GRANULOCITICA:

(núcleo lobulado con gránulos en citoplasma)

Neutrófilos- fagocitosis y procesos de inflamación

Eosinófilos- bactericida y pr. de cicatrización

Basófilos- función secretora

B) SERIE AGRANULOCITICA:

Monocitos y macrófagos- fagocitosis, metabolismo y respuesta inmune específica

Linfocitos T- Inmunidad celular por fagocitosis

Linfocitos B- Inmunidad humoral por anticuerpos

PROPIEDADES POR SU MOTILIDAD

1. DIAPEDEESIS:

Deslizamiento a través de los poros de los vasos sanguíneos.

2. MOVIMIENTO AMEBOIDE:

Desplazamiento por los espacios tisulares.

3. QUIMIOTAXIS:

Acercamiento o separación de ciertas sustancias químicas.

4. OPSONIZACIÓN:

Sustancias que actúan sobre bacterias haciéndolas más aptas para la fagocitosis, como IgG y proteínas del complemento.

5. FAGOCITOSIS:

Capacidad de atrapar y digerir sustancias extrañas al organismo.

Determinantes de la fagocitosis:

- ✓ *Superficie áspera*
- ✓ *Carga eléctrica (negativa: repulsión)*
- ✓ *Presencia de opsoninas*

NEUTROFILOS

- **Constituyen el 60 % de leucocitos.**
- **Células nucleadas sintetizadas en médula ósea en un proceso que dura unos 10 días, después salen a circulación donde están unas 20 h y luego pasan a tejidos (24-48h).**
- **Su función principal es participar en la defensa del organismo por medio de la fagocitosis, siendo atraídos por factores quimiotácticos y favorecido por opsonización.**

RESPUESTA INFLAMATORIA

- ***Vasodilatación local*** con exceso de flujo sanguíneo.
- **Aumenta la permeabilidad** que favorece llegada de monocitos y neutrófilos causando ***edema***.
- ***Exceso de fibrinógeno*** que coagula líquido y tabica zona inflamada.
- ***Migración de monocitos y neutrófilos*** a tejidos inflamados.
- ***Tumefacción celular y enrojecimiento.***

COMPONENTES LISOSOMALES DE NEUTROFILOS ①

–ENZIMAS LISOSONICAS

LISOENZIMAS: despolimeriza ciertos polisacáridos.

MIELOPEROXIDASA: bactericida.

LACTOFERRINA: compite con bacterias por hierro y facilitan la adhesión de neutrófilos al endotelio.

PROTEASAS: digieren proteínas y producen daño tisular.

ELASTASA

COLAGENASA

CATEPSINA G y D

EOSINOFILOS

- **Constituyen un 2-5 % de leucocitos.**
- **Células con núcleo plurilobular y gránulos de color rojo-anaranjado ricos en histamina.**
- **No tienen lisozimas ni fosfatasa alcalina.**

FUNCIONES DE LOS EOSINOFILOS

- ***Fagocito débil con quimiotaxis moderada:***

Se acumulan donde ha habido reacciones alérgicas por liberación de un factor quimiotáctico y por la formación de un complejo ag-ac.

Migran a zonas parasitadas, matándolos.

- ***Participa en procesos de cicatrización:***

El plasminógeno se convierte en plasmina que hidroliza la fibrina del coágulo para cicatrizar la herida por posterior proliferación de fibroblastos.

BASOFILOS

- **Constituyen sólo un 0,5 % de leucocitos.**
- **Células con granulaciones azuladas o violetas oscuro ricas en: heparina, histamina, BK, ST, enzimas proteolíticas (peroxidasas), f. quimiotáctico de eosinófilos y PAF.**

FUNCIONES DE LOS BASOFILOS

- ***Capacidad fagocítica en reacciones alérgicas***
- ***Función secretora:***
Las reagentes o ac IgE se unen a los R de membrana e induce desgranulación y alergia causando *reacciones de hipersensibilidad tardía*.
- ***Elimina partículas grasas tras una comida rica en lípidos***
- ***Anticoagulante al liberar heparina***

MONOCITOS

- **Constituyen sólo un 3-7 % de leucocitos.**
- **Formadas en médula ósea, están poco tiempo en circulación (2-3 h) y luego pasan a los tejidos convirtiéndose en macrófagos donde duran meses. El macrófago aumenta de tamaño, aumenta su actividad enzimática, de adherencia y fagocitosis.**
- **Células grandes con núcleo arriñonado.**

FUNCIONES, DE LOS MONOCITOS

- ***Fagocitos***, contienen peroxidasas y enzimas lisosómicas.

Migran en respuesta a estímulos quimiotácticos y matan μ org. Al activarse liberan factores de crecimiento que inducen en médula ósea a producir granulocitos y monocitos.

- ***Participa en el metabolismo de sustancias, síntesis de lisozima y citoquinas.***

- ***Respuesta inmune específica al activar linfocitos por IL-1 y TNF.***

ESQUEMA DE FAGOCITOSIS POR MACRÓFAGOS

En una reacción inflamatoria se tiende a volver a la permeabilidad normal eliminando líquido del edema y proteínas por drenaje hacia la linfa o por pinocitosis de macrófagos.

Los monocitos salen y maduran a macrófagos, de esta manera los neutrófilos de la zona son fagocitados por los macrófagos y posteriormente se pueden eliminar éstos, así se degradan sustancias.

LINFOCITOS

- **Constituyen el 30 % de leucocitos.**
- **Derivan de la línea linfocítica a partir del linfoblasto.**
- **Salen a sangre y de allí pasan a tejidos por diapedesis volviendo algunos a linfa o sangre.**
- **Vida larga de meses o años.**

FUNCIONES DE LOS LINFOCITOS

Fijan μ org específicos y los destruyen encargándose de la inmunidad específica:

- ***Inmunidad celular con linfocitos T***
 - › Originados en timo y producen respuesta mediada por células.
 - › Participan en la hipersensibilidad retardada.
 - › Ejercen sus efectos mediante síntesis y liberación de citoquinas.
- ***Inmunidad humoral con linfocitos B***
 - › Originados en adulto en la médula ósea y en el feto en el hígado.
 - › Encargados de generar anticuerpos cuando se activan y pasan a células plasmáticas.

TIPOS DE LINFOCITOS

- LINFOCITOS T: (40-60 %)**

- Linf. T colaboradores:***

- Regulan inmunidad activándola.

- Linf. T supresores:***

- Regulan suprimiéndola.

- Linf. T citotóxicos o células efectoras:***

- Implicados directamente en la defensa contra la infección.

- LINFOCITOS B: (20-30 %)**

- Células plasmáticas:***

- Productoras de anticuerpos.

- Células de memoria***

SISTEMA DE DEFENSA

**INMUNIDAD INNATA O
CONGÉNITA**

INMUNIDAD ADQUIRIDA

INMUNIDAD INNATA

- **Piel intacta.**
- **Secreciones ácidas del estómago.**
- **Sistema del complemento, lisozimas.**
- **Fagocitosis por macrófagos alveolares, tisulares, de médula ósea y bazo.**

Antígenos eliminados por agregación o fagocitosis.

- **Papel del *tejido linfoide* por su distribución en hígado, bazo, ganglios, médula ósea:**

- ▶ **Linfocitos T o *Inmunidad Celular.***

Reac. Hipersensibilidad Inmediata

- ▶ **Linfocitos B o *Inmunidad Humoral.***

Reac. Hipersensibilidad Retardada

Inmunidad Innata

Inmunidad Adquirida

Resistencia	No aumenta	Aumenta ante infecciones repetidas
Especificidad	No especíica, ni inducible	Memoria inmunológica
Fact. solubles	Lisozima, complemento, IF y citoquinas	Específico y provocable
Células	Leucocitos, células NK	Anticuerpos
		Células T4 y células B

Ambos sistemas actúan conjuntamente a 3 niveles:

1. Reconocen agentes específico.
2. Ataque celular contra μ org o ag.
3. Memoria inmunológica que aumenta resistencia en respuestas repetidas.

INMUNIDAD HUMORAL

- **SÍNTESIS DE LINFOCITOS B:**

Linfoblasto-plasmoblasto-cel. plasmática-ac

Se activan cuando un ag determinado es reconocido por los ac que rodean su superficie.

***Células plasmáticas* que producen ac.**

***Células de memoria*, cuando llega por segunda vez el ag hay una respuesta más rápida, intensa y duradera.**

- **ANTICUERPOS:**

- ✓ ***Clases de anticuerpos:***

Son Ig de alto peso molecular. Hay millones de ac y esto se consigue gracias a la recombinación genética de los genes V, C, J (unión) y D (diversidad).

***IgA*- Acción secretora**

***IgD*-En plasma y superficie de células B**

***IgE*- Actúa en alergia liberando LT e histamina**

***IgG*- 75% en suero, fagocita μ org y protege feto**

***IgM*- Actúa en respuesta 1ª por aglutinar ag**

GRUPOS SANGUINEOS ②

- **SISTEMA Rh:**
 - ***Antígeno Rh: Ag D*** llamado factor Rh +
 - ***Aglutinina: anti Rh.*** Son ac IgG que aparecen tras la exposición masiva y repetida al ag.
 - **Eritroblastosis fetal:**
Aglutinación de glóbulos rojos.
Hemólisis y anemia, libera Hb.
Bilirrubina se acumula en centros nerviosos.

GRUPOS SANGUÍNEOS ①

■ GRUPOS O-A-B:

▪ **Aglutinógenos:** Antígeno A y B

Tipos de sangre	Aglutinógeno	Aglutinina	Frecuencia
Grupo O	-	AntiA-Anti B	47%
Grupo A	A	Anti B	41%
Grupo B	B	Anti A	9 %
Grupo AB	A - B	-	3 %

- **Aglutininas:** Anticuerpos IgM llamadas *antiA* y *antiB*. Se generan de forma espontánea.

- **Hemólisis en reacción de transfusión tardía:** (incompatibilidad ag donante-ac receptor)
Aglutinación de glóbulos rojos
Liberación de Hb que precipita en túbulos
Insuficiencia renal aguda

SISTEMA Rh

FENOTIPO

GENOTIPO

**ERITROCITO
ANTIGENO**

**PLASMA
ANTICUERPO**

Rh +

DD

D

—

Dd

D

—

Rh -

dd

—

—

INMUNIDAD CELULAR

SÍNTESIS DE LINFOCITOS T:

Se activa al exponerse a un ag determinado presentado por alguna molécula receptora.

***Células T colaboradoras* son CD4+ que regulan la inmunidad.**

***Células T citotóxicas* son CD8+, atacan directamente bacterias.**

C

***élulas T supresoras* función reguladora por suprimir función de CD4 y CD8 para evitar excesiva inmunidad.**

Células de memoria

TOLERANCIA

Se desarrolla durante la elaboración de los clones de linfocitos, destruyéndose todos aquellos que reconocen a los propios tejidos.

·***Autotolerancia:*** Las cel. T supresoras contrarrestan el efecto de ac autoinmunes y efecto de las otras cel. T efectoras.

·***Enfermedades autoinmunes:***

Al envejecer se pierde tolerancia inmunitaria y se crean ac frente a tejidos propios.

Opacidad corneal

Tiroiditis

Fiebre reumática

Miastenia grave

Lupus eritomatoso



VACUNACIÓN

Gérmenes muertos

Toxinas

Gérmenes vivos atenuados

INMUNIDAD PASIVA

Transfusión de ac o linfocitos

ALERGIAS

- Reacción alérgica retardada por cel. T activadas.
- Tendencias alérgicas por IgE donde:
Aumenta permeabilidad por vasodilatación
Producción de edema
Inflamación
Lesión de tejidos, contracción
- Alergias:
Anafilaxia- diseminada en sangre
Urticaria- piel
Fiebre del heno- nariz
Asma- bronquiolos

PLAQUETAS

PLAQUETAS .CARACTERISTICAS

- . Sintetizadas en médula ósea (5-10 días), salen a sangre y duran 8-10 días.
- . Número de 150.000-300.000/mm³.
- . Son fragmentos de citoplasma sin núcleo, con forma irregular y variable.
- . Poseen una membrana amorfa de glicoproteínas que:
 - *Impide agregación plaquetaria en condiciones Normales.*
 - *Favorece la adhesión de plaquetas al activarse.*
- . Son estructuras muy activas con carga negativa con muchas enzimas y proteínas:
 - *Actina-miosina-trombostenina, ATP, PG, factor XIII, factor de cr., Ca²⁺*

FUNCIONES DE LAS PLAQUETAS

- **Mantener la integridad vascular-hemostasia.**
- **Formación del trombo plaquetario.**
- **Estabilización del trombo formando fibrina.**
- **Retracción del coágulo por la trombostenina para cerrar herida.**
- **Participar en pr. inflamatorios (ST, enzimas)**

HEMOSTASIA Y COAGULACIÓN

La hemostasia es un proceso localizado, rápido y poco extenso desencadenado por una lesión en el endotelio del vaso.

- ❑ **HEMOSTASIA PRIMARIA**
- ❑ **HEMOSTASIA SECUNDARIA=COAGULACIÓN**
- ❑ **FIBRINOLÍISIS**

HEMOSTASIA PRIMARIA

Interacción de plaquetas con vaso lesionado.

1) ESPASMO VASCULAR O VASOCONSTRICCIÓN
Reflejos nerviosos por impulsos dolorosos.

- **Contracción miógena por CML.**
- **Liberación de TxA_2 , ET-1.**

2) FORMACIÓN DEL TAPON DE PLAQUETAS al liberar:

- **ADP, TxA_2 , calcio, f. III, trombostenina.**

HEMOSTASIA SECUNDARIA COAGULACIÓN

1) FORMACIÓN DEL COMPLEJO ACTIVADOR DE PROTOMBINA: (Vía extrínseca o intrínseca)

**2) FORMACIÓN DE TROMBINA
(pr. rápido)**

3) FORMACIÓN DE FIBRINA

- **Hilos de fibrina-polímero de fibrina (f.XIII).**
- **Retrae coágulo (Trombostenina, actina y miosina, TxA_2 , Ca^{2+}).**

FIBRINOLISIS

**1) DESTRUCCION DE FIBRINA POR PLASMINA
(pr. lento)**

**2) PROLIFERACIÓN FIBROBLASTICA
Cicatrizada herida formando tejido conectivo.**

REGULACIÓN DE LA HEMOSTASIA POR EL ENDOTELIO

❑ PROCOAGULANTES

Favorecen la trombosis:

- ▶ *PAF*
- ▶ *Inhibidor del activador del plasminógeno*
- ▶ *Factor de Von Willebrand (vWF)*

❑ ANTICOAGULANTES

Inhiben la trombosis:

- ▶ *Antitrombina III*
- ▶ *Trombomodulina*
- ▶ *PGI₂*
- ▶ *NO*

FIBRINOFORMACION

1)FORMACIÓN DE FIBRINA a partir del fibrinógeno en presencia de trombina.

2)FORMACION DEL MONOMERO DE FIBRINA

3)FORMACION DEL POLIMERO DE FIBRINA formando una red fibrilar por la presencia del factor XIIIa.

FORMACIÓN Y DISOLUCIÓN DEL COÁGULO

A) Hemostasia 1ª:

Formación del tapón plaquetario.

B) Coagulación:

Formación del coágulo con trombina y fibrina.

C) Fibrinólisis:

Disolución de fibrina a través de la plasmina para cicatrizar bien la herida por proliferación de fibroblastos que forman tejido conectivo.

· Activadores de fibrinólisis:

Vía extrínseca: *Uroquinasa, t-PA*

Vía intrínseca: *factor XII, XI y calicreína*

· Inhibidores de fibrinólisis:

PAI-1

α_2 -antiplasmina

ANTICOAGULANTES

- **Intravasculares:**
Superficie endotelial lisa, trombomodulina o glicoproteínas
Fibrina-antitrombina III
Heparina
 α_2 -macroglobulina
- **De uso clínico:**
Heparina
Warfarina
Recipientes siliconados con oxalato o citrato.

PROCESOS HEMORRÁGICOS

- ***Deficiencia de vitamina K*** por tanto, los factores de coagulación no fijan calcio y no se activan, por mala absorción de grasas o enf. hepática.
- ***Deficiencia del factor VIII/IX-***
 - ***Hemofilia A/B***
- ***Trombocitopenia***
Púrpura trombocitopénica
Trombocitopenia idiopática

PROCESOS TROMBOEMBÓLICOS

- **Trombosis femoral**
- **Embolia pulmonar**
- **Shock séptico- coagulación intravascular diseminada**

TROMBO

Coágulo de sangre en vaso

EMBOLO

Cuando el trombo se suelta y queda libre o flotante.

‣ ***Embolia cerebral:*** desde lado izquierdo del corazón va hacia capilares pequeños.

‣ ***Embolia pulmonar:*** desde lado derecho del corazón va hacia venas grandes.